

5

Pumpe-Düse-Einheit mit Magnetventil und Verfahren zur
Montage des Magnetventils

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE) und
eine Pumpe-Leitung-Düse-Einheit (PLDE) für eine
Brennkraftmaschine, mit einem Pumpenelement, wobei das
15 Pumpenelement einen Pumpenraum aufweist, und mit einem
Magnetventil, wobei das Magnetventil ein Ventilglied und
einen Anker aufweist und das Magnetventil eine hydraulische
Verbindung zwischen dem Pumpenraum und einem
Niederdruckbereich der Pumpe-Düse-Einheit öffnet oder
20 schließt.

Im Zusammenhang mit der Erfindung wird nachfolgend nur von
Pumpe-Düse-Einheit (PDE) gesprochen, obwohl immer auch
Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten (PLDE) gemeint sind. Der
25 wesentlichste Unterschied zwischen Pumpe-Düse-Einheiten und
Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten besteht darin, dass eine
Pumpe-Leitung-Düse-Einheit zwischen dem Pumpenelement und
der Einspritzdüse eine kurze Hochdruckleitung aufweist. Für
die Erfindung ist dieser Unterschied ohne Belang, so dass
30 Schutz gleichermaßen für Pumpe-Düse-Einheiten und Pumpe-
Leitung-Düse-Einheiten beansprucht wird.

Eine PDE ist beispielsweise aus der DE 198 37 333 A1
bekannt. Bei dieser PDE sind das Ventil und der Anker des
35 Magnetventils durch eine Druckfeder kraftschlüssig

miteinander verbunden. Wegen der nur kraftschlüssigen Kopplung des Ventilglieds und des Ankers ist das dynamische Verhalten des Magnetventils schwer zu beherrschen und es ist kaum zu vermeiden, dass sich im Betrieb der Anker und das Ventilglied mehrfach kurzzeitig voneinander lösen und danach wieder aufeinander prallen. Dieser Vorgang wird als "Prellen" bezeichnet. Das Prellen ist unerwünscht, da es sich nachteilig auf die Genauigkeit auswirkt, mit der das Magnetventil öffnet und schließt. Außerdem führt das Prellen zu einem hohen Verschleiß des aus einem weichen Material bestehenden Ankers, so dass sich der Ventilhub und damit auch das Betriebsverhalten des Magnetventils im Lauf der Zeit ändern. Schließlich ist noch zu erwähnen, dass der Anker in einer Kapsel geführt werden muss und diese Führung bauartbedingt nur relativ kurz sein kann. Infolgedessen neigt der Anker zum Kippen und die Führung des Ankers verschleißt relativ schnell.

Bei einer erfindungsgemäßen Pumpe-Düse-Einheit und einer Pumpe-Leitung-Düse-Einheit für eine Brennkraftmaschine mit einem Pumpenelement, wobei das Pumpenelement einen Pumpenraum aufweist, und mit einem Magnetventil, wobei das Magnetventil ein Ventilglied und einen Anker aufweist, und wobei das Magnetventil eine hydraulische Verbindung zwischen dem Pumpenraum und einem Niederdruckbereich öffnet oder schließt, ist vorgesehen, dass der Anker fest mit dem Ventilglied verbunden ist.

Vorteile der Erfindung

Durch diese konstruktive Maßnahme kann das Prellen des Ankers auf dem Ventilglied wirksam verhindert werden. Durch die starre und feste Verbindung zwischen Anker und Ventilglied kann eine gesonderte Führung des Ankers entfallen, da dieser vom Ventilglied geführt wird. Deshalb

kommt es während des Betriebs nicht mehr zu einem Kippen oder Verkanten des Ankers in seiner Führung und den daraus resultierenden Funktionsstörungen der Pumpe-Düse-Einheit.

- 5 Besonders vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist weiter, dass die Zahl der benötigten Bauteile verringert wird, da eine gesonderte Druckfeder, welche den Anker in Anlage an dem Ventilglied hält, entfallen kann. Dadurch verringern sich die Herstellungs-
10 und Montagekosten und der erforderliche Bauraum wird verringert.

- Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass an dem Ventilglied ein Aufnahmedorn
15 ausgebildet ist, und dass der Anker fest mit dem Aufnahmedorn verbunden ist. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Anker kraftschlüssig, zum Beispiel durch Verpressen, mit den Aufnahmedorn verbunden ist. Durch diese konstruktive Ausgestaltung der Verbindung zwischen
20 Ventilglied und Anker kann auf einfache Weise eine sichere und kostengünstige Verbindung zwischen Anker und Ventilglied hergestellt werden. Außerdem ist es möglich, den Anker relativ zu dem Ventilsitz des Ventilglieds mit hoher Präzision zu positionieren. Dadurch können
25 Fertigungstoleranzen bei der Serienfertigung durch eine geeignete Montage des Ankers auf dem Aufnahmedorn kompensiert werden. In Folge dessen ist das Betriebsverhalten verschiedener Exemplare einer Großserie nahezu identisch. Dieser Vorteil ist von erheblicher
30 Bedeutung, da die Steuerung der erfindungsgemäßen Pumpe-Düse-Einheit von einem bestimmten vorgegebenen und einprogrammierten Betriebsverhalten der Pumpe-Düse-Einheit ausgeht. Jede Abweichung der Pumpe-Düse-Einheit von diesem einprogrammierten vorgegebenen Betriebsverhalten

verschlechtert das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine.

Die Streuung des Betriebsverhaltens der erfindungsgemäßen
5 Pumpe-Düse-Einheit kann weiter dadurch verbessert werden,
dass an dem Ventilglied eine Dichtfläche und ein
Hubanschlag ausgebildet ist, und dass durch den Abstand in
axialer Richtung zwischen Dichtfläche und Hubanschlag der
maximale Hub des Ventilglieds festgelegt wird. Dies
10 bedeutet, dass schon bei der Produktion des
erfindungsgemäßen Ventilglieds der Maximalhub des
Ventilglieds vorgegeben wird. Da der Abstand in axialer
Richtung zwischen der Dichtfläche und dem Hubanschlag
fertigungstechnisch einfach herzustellen und auch
15 messtechnisch gut zu überwachen ist, ist die Streuung des
Ventilhubs bei verschiedenen Exemplaren einer Serie nahezu
gleich Null.

Es hat sich, wie bei anderen Magnetventilen auch, als
20 vorteilhaft erwiesen, die Dichtfläche kegelstumpfförmig
auszubilden, so dass sie mit einem in einem Ventilgehäuse
ausgebildeten Ventilsitz, der ebenfalls kegelstumpfförmig
ausgebildet ist, einen Kegeldichtsitz bildet.

25 Um das Betriebsverhalten des erfindungsgemäßen
Magnetventils zu verbessern, ist zwischen dem Anker und dem
Hubanschlag eine mit einer Spule des Magnetventils
zusammenwirkende Magnetplatte vorgesehen, wobei der
Aufnahmedorn des Ventilglieds durch eine Bohrung in der
30 Magnetplatte hindurchragt. Mit Hilfe der Magnetplatte ist
es möglich, den magnetischen Fluss der Spule zu optimieren,
so dass die auf den Anker des Magnetventils ausgeübten
magnetischen Kräfte infolge eines durch die Spule
fließenden elektrischen Stroms maximiert und die
35 elektrische Verlustleistung minimiert wird.

Um das Betriebsverhalten des Magnetventils in montiertem Zustand einstellen zu können, ist eine auf das Ventilglied wirkende Druckfeder vorgesehen, deren Vorspannkraft mit
5 Hilfe einer Einstellscheibe sehr einfach einstellbar ist. Durch Auswechseln dieser Einstellscheibe gegen eine anderer Einstellscheibe mit geänderter Dicke kann das Betriebsverhalten verschiedener Exemplare erfindungsgemäßer Magnetventile weiter verbessert und die Abweichungen
10 verschiedener Exemplare einer Serie untereinander weiter verringert werden.

Damit kein Kraftstoff an die Spule gelangen kann, ist der Anker gekapselt ausgeführt. Dies kann erfindungsgemäß
15 besonders vorteilhaft dadurch geschehen, dass der Anker von einer Kapsel umgeben wird, dass zwischen der Kapsel und der Magnetplatte ein Abstandsring aus einem nicht magnetischen Material, insbesondere aus nicht rostendem Stahl, vorgesehen ist, und dass Kapsel, Abstandsring und
20 Magnetplatte dicht miteinander verbunden sind. Besonders bevorzugt werden Kapsel, Abstandsring und Magnetplatte miteinander verschweißt oder verlötet.

Um eine große Funktionssicherheit und hohe Lebensdauer zu
25 gewährleisten, ist das Ventilglied mindestens an einer Stelle, bevorzugt jedoch an zwei Stellen, in einem Ventilgehäuse geführt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Dichtfläche des Ventilglieds stets parallel zu dem Ventilsitz im Ventilgehäuse auf diesen auftrifft und
30 außerdem der Anker nicht an der Kapsel, die sich nicht relativ zum Ventilgehäuse bewegt, anliegt und dadurch nicht verschleißt.

Damit das erfindungsgemäße Magnetventil bei stromlos
35 geschalteter Spule seine Öffnungsstellung einnimmt, ist

zwischen dem Ventilglied und dem Ventilgehäuse eine Druckfeder vorgesehen.

Das erfindungsgemäße Magnetventil kann besonders
5 vorteilhaft durch ein Verfahren montiert werden, bei
welchem das fertig bearbeitete Ventilglied in einer
Aufnahme einer feststehenden Montagevorrichtung arretiert
wird, die Magnetplatte und die Abstandsplatte auf den
Aufnahmedorn aufgesteckt werden, die Magnetplatte, die
10 Abstandsplatte und das Ventilglied gegen die Aufnahme
gepresst werden, anschließend die Magnetplatte und die
Abstandsplatte relativ zum Ventilglied um einen Betrag A
verschoben werden und der Anker so auf dem Aufnahmedorn des
Ventilglieds befestigt wird, dass der Anker auf der
15 Magnetplatte aufliegt.

Durch dieses Verfahren ist es auf einfache Weise möglich,
trotz der bei jeder Serienfertigung auftretenden
Fertigungstoleranzen den Ventilhub exakt und mit sehr
20 großer Wiederholgenauigkeit einzustellen. Dabei wirken sich
Fertigungstoleranzen der einzelnen Bauteile nicht negativ
auf die Genauigkeit des eingestellten Ventilhubs aus.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Magnetplatte
25 und die Abstandsplatte um einen Betrag A verschoben werden,
welcher der Summe aus Ventilhub und einem gewünschten
Restluftspalt zwischen Anker und Magnetplatte in
geschlossenem Zustand des Magnetventils entspricht.

30 Um zu verhindern, dass Kraftstoff an die Spule des
Magnetventils gelangen kann, wird anschließend auf die
Magnetplatte ein Abstandsring und eine Kapsel aufgesetzt
und miteinander dicht verschweißt.

Zum Kalibrieren des Magnetventils werden anschließend die Druckfeder und das Ventilglied in das Ventilgehäuse eingesetzt, eine Spule des Magneten mit einem Strom angesteuert, der so gewählt wird, dass die auf den Anker
5 ausgeübte Magnetkraft größer als die Federkraft, die von der Druckfeder auf das Ventilglied ausgeübt werden soll, ist, die von der Druckfeder auf das Ventilglied ausgeübte Federkraft in Abhängigkeit der Position des Magnetventils im Gehäuse aufgezeichnet wird, das aufgezeichnete
10 Federkraft-Weg-Diagramm ausgewertet wird und bei Bedarf Korrektur der Dicke der Einstellscheibe vorgenommen wird.

Durch dieses Verfahren zum Kalibrieren des erfindungsgemäßen Magnetventils kann auf einfache Weise
15 gewährleistet werden, dass der Strom, mit dem die Spule angesteuert werden muss, um das Magnetventil zu schließen, bei allen Exemplaren einer Serie nahezu identisch ist. Daraus ergibt sich ein sehr gleichmäßiges Betriebsverhalten des erfindungsgemäßen Magnetventils. Nach erfolgter
20 Einstellung der Vorspannung der Druckfeder kann eine Funktionskontrolle durchgeführt werden und bei Bedarf eine erneute Korrektur der Dicke der Einstellscheibe vorgenommen werden. Dieser Schritt wird so lange durchgeführt, bis die Funktion der Pumpe-Düse-Einheit den geforderten Ansprüchen
25 entspricht.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar. Alle in
30 der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

35 Zeichnungen

Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Pumpe-Düse-Einheit mit
5 einem nur schematisch dargestellten Magnetventil,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen
Magnetventils im zusammengebauten Zustand und

10 Fig. 3-7 konstruktive Details des erfindungsgemäßen
Magnetventils.

15 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Pumpe-Düse-Einheit in ihrer Gesamtheit
mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet. Die PDE 1 dient zur
Kraftstoffeinspritzung in einen Brennraum einer
20 direkteinspritzenden Brennkraftmaschine (nicht
dargestellt). Sie weist ein Pumpenelement 2 auf, welches
den erforderlichen Einspritzdruck aufbaut. Über eine
Einspritzdüse 3 wird der vom Pumpenelement 2 unter hohen
Druck gebrachte Kraftstoff in den Brennraum (nicht
25 dargestellt) eingespritzt.

Gesteuert wird die Pumpe-Düse-Einheit 1 von einem als
Blockschaltbild dargestellten 2/2-Wege-Steuerventil 5.

30 Das Steuerventil 5 wird von einem in Figur 1 nicht
dargestellten Aktor, insbesondere einem elektromagnetischen
Aktor, angesteuert.

Wie bei jeder PDE bilden das Pumpenelement 2 und die
35 Einspritzdüse 3 eine Einheit. Für jeden Zylinder der

Brennkraftmaschine wird eine PDE 1 in den Zylinderkopf 7 der Brennkraftmaschine eingebaut und entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) über ein Betätigungselement 8 angetrieben.

Ein Pumpenraum 9 des Pumpenelements 2 ist über einen Kraftstoffzulauf 11 mit einer Niederdruckkraftstoffversorgung 12 verbunden. Die Niederdruckkraftstoffversorgung 12 kann beispielsweise aus einer elektrisch angetriebenen Vorförderpumpe 15 und einem Kraftstofffilter (nicht dargestellt) bestehen, die über eine Leitung Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 13 ansaugen

Das Steuerventil 5 teilt den Kraftstoffzulauf in zwei Abschnitte 11a und 11b. Das Steuerventil 5 wird von einem nicht dargestellten Steuergerät angesteuert und öffnet, wie in Figur 1 dargestellt, die hydraulische Verbindung zwischen Pumpenraum 9 und dem Tank 13 oder schließt diese (nicht dargestellt). Der Abschnitt des Kraftstoffzulaufs 11, welcher sich zwischen dem Steuerventil 5 und der Vorförderpumpe 15 befinden, hat in Figur 1 das Bezugszeichen 11a bezeichnet, während der Abschnitt zwischen dem Steuerventil 5 und dem Pumpenraum 9 mit dem Bezugszeichen 11b versehen wurde.

Wenn das Steuerventil 5 geöffnet ist, kann während des Saughubs des Pumpenkolbens 10 Kraftstoff in den Pumpenraum 9 einströmen. Bei dem anschließenden Förderhub des Pumpenkolbens 10 wird der zuvor in den Pumpenraum 9 geförderte Kraftstoff wieder zurück in den Tank 13 gefördert, solange das Steuerventil 5 geöffnet ist. Dies bedeutet auch, dass sich im Pumpenraum 9 kein ausreichender Druck aufbaut, um die Einspritzdüse 3 zu öffnen.

Wenn Kraftstoff über die Einspritzdüse 3 in den nicht dargestellten Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll, wird das Steuerventil 5 während des Förderhubs des Pumpenkolbens 10 geschlossen. Dadurch kann der Kraftstoff aus dem Pumpenraum 9 nicht mehr in den Tank 13 zurückgefördert werden und es baut sich im Pumpenraum 9 ein hoher Druck auf, der schließlich zum Öffnen der Einspritzdüse 3 und damit zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine führt. Durch den Schließzeitpunkt des Steuerventils 5 kann der Beginn der Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum bestimmt werden. Die Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum wird dadurch beendet, dass das Steuerventil 5 wieder geöffnet wird.

In Figur 2 ist ein Magnetventil 5 im Schnitt dargestellt. Das Magnetventil 5 ist, wie aus Figur 1 ersichtlich, in das Gehäuse 17 der Pumpe-Düse-Einheit 1 integriert. Selbstverständlich wäre es auch möglich, dieses Magnetventil 5 in ein separates Ventilgehäuse (nicht dargestellt) einzubauen.

Das Magnetventil 5 besteht aus einem 2/2-Wegeventil mit einem Ventilglied 21. Das Ventilglied 21 weist einen kegelstumpfförmigen Abschnitt auf, an dem eine Dichtfläche 23 angeordnet ist. Geführt wird das Ventilglied 21 in einer Bohrung 25 des Gehäuses 17. An seinem in Figur 2 unteren Ende weist das Ventilglied 21 einen Führungsabschnitt 27 auf, der spielfrei mit der Bohrung 25 zusammenwirkt, so dass das Ventilglied 21 sicher geführt ist.

Bei Bedarf kann, in der Nähe der Dichtfläche 23, noch ein zweiter Führungsabschnitt 29 am Ventilglied 21 ausgebildet sein. In diesem zweiten Führungsabschnitt 29 sind mehrere

über den Umfang des Ventilglieds 21 verteilte Abflachungen 31 vorhanden. Die Abflachungen 31 können beispielsweise um 120° oder 90° versetzt über den Umfang verteilt angeordnet sein., Die Abflachungen 31 dienen dazu, bei geöffnetem
5 Magnetventil 5 eine hydraulische Verbindung zwischen dem Abschnitt 11a des Kraftstoffzulaufs 11 und dem Abschnitt 11b des Kraftstoffzulaufs 11 herzustellen.

Oberhalb des zweiten Führungsabschnitts 29 ist im Gehäuse 17 ein Ventilsitz 33 vorgesehen. Wenn sich das Ventilglied
10 21 in Figur 2 nach unten bewegt, bis die Dichtfläche 23 auf dem Ventilsitz 33 aufliegt, wird die hydraulische Verbindung zwischen den Abschnitten 11a und 11b des Kraftstoffzulaufs 11 unterbrochen und das Steuerventil 5 ist geschlossen.

15 Im unteren Teil der Bohrung 25 ist ein Verschlusselement 28 vorhanden, das in dem Gehäuse 17 befestigt ist. t. Am unteren Ende des Ventilglieds 21 ist eine Druckfeder 54 in der Bohrung 25 vorgesehen, die sich einenends gegen eine
20 Einstellscheibe 26 zur Einstellung der Federkraft und anderenends gegen das Ventilglied 21 abstützt und dies vom Ventilsitz 33 abhebt, wenn eine Spule 37 stromlos geschaltet ist. Die Einstellscheibe 26 wiederum liegt auf dem Verschlusselement 28 auf und kann bei Bedarf sehr
25 leicht ausgewechselt werden.

Die Spule 37 weist zwei elektrische Anschlüsse 39 auf, über welche die Spule 37 mit elektrischem Strom versorgt werden kann. Die Stromzufuhr zur Spule 37 wird von einem nicht
30 dargestellten Steuergerät der Pumpe-Düse-Einheit bzw. der Brennkraftmaschine gesteuert.

Im Innern der torusförmigen Spule 37 ist ein Anker 41
angeordnet. Der Anker 41 ist auf einen Aufnahmedorn 43 des
35 Ventilglieds 21 aufgedrückt. Unterhalb der Spule 37 ist

eine Magnetplatte 45 vorgesehen, welche aus einem Material besteht, das die magnetischen Feldlinien der Spule 37 gut leitet. Durch die Magnetplatte 45 wird die in der Spule 37 entstehende Wärme abgeführt und die von der Spule 37 auf den Anker 41 ausgeübte magnetische Kraft erhöht. Auf die Magnetplatte 45 sind ein Abstandsring 47 aus einem nicht magnetischen Material, wie beispielsweise nicht rostendem Stahl, und eine Kapsel 49 aufgesetzt. Die Kapsel 49 und der Abstandsring 47 sowie der Abstandsring 47 und die Magnetplatte 45 sind durch Schweißnähte 51 flüssigkeitsdicht miteinander verbunden.

Der Anker 41 liegt mit seinem Außendurchmesser nicht an der Kapsel 49 an, so dass er sich in axialer Richtung des Ventilglieds 21 frei bewegen kann. In der Mitte weist die Magnetplatte 45 eine Durchgangsbohrung 53 auf, durch die der Aufnahmedorn 43 in den von der Kapsel 49 und der Magnetplatte 45 begrenzten Raum (ohne Bezugszeichen) ragt.

Zwischen der Magnetplatte 45 und einem am Ventilglied 21 ausgebildeten Hubanschlag 55 ist eine Abstandsplatte 57 vorgesehen. Die Abstandsplatte 57 weist ein Loch 59 auf. Das Loch 59 kann auch als Langloch ausgeführt sein, welches vom Mittelpunkt der Abstandsplatte 57 radial nach außen bis zu deren Außendurchmesser reicht. Dadurch ist es möglich, die Abstandsplatte 57 bei Bedarf durch eine andere Abstandsplatte 57 mit geringfügig anderer Dicke D zu ersetzen und dadurch über den Restluftspalt die resultierende Magnetkraft des Magnetventils 5 auf einfache Weise einzustellen.

Das Magnetventil 5 arbeitet wie folgt:

Wenn die Spule 37 stromlos geschaltet ist, öffnet die Druckfeder 54 das Magnetventil 5, indem es die Dichtfläche

23 des Ventilglieds 21 vom Dichtsitz 33 abhebt. Dadurch wird eine hydraulische Verbindung zwischen den Abschnitten 11a und 11b des Kraftstoffzulaufs hergestellt. Sobald die Spule 37 bestromt wird, zieht eine von der Spule 37 auf den Anker 41 ausgeübte magnetische Kraft das Ventilglied 21 gegen die Kraft der Druckfeder 54 nach unten, so dass die Dichtfläche 23 des Ventilglieds 21 auf dem Ventilsitz 33 des Magnetventils 5 aufliegt. Infolgedessen ist die hydraulische Verbindung zwischen den Abschnitten 11a und 11b des Kraftstoffzulaufs 11 unterbrochen, so dass ein Druckaufbau im Pumpenraum 9 des Pumpenelements 2 (s. Figur 1) stattfinden kann.

Die Verbindung des Ankers 41 mit dem Aufnahmedorn 43 durch eine zylindrische Presspassung hat den Vorteil, dass der Anker 41 so weit auf den Aufnahmedorn 43 aufgepresst werden kann, bis er die gewünschte Position relativ zu dem Hubanschlag 55 des Ventilglieds 21 erreicht hat.

In Figur 3 ist ein Ventilglied 21 ohne Gehäuse und Anker dargestellt. Anhand dieser Darstellung wird deutlich, dass schon bei der Herstellung des Ventilglieds 21 durch den Abstand der Dichtfläche 23 zum Hubanschlag 55 in axialer Richtung der Ventilhub des Magnetventils 5 vorgegeben wird. Dieser axiale Abstand der Dichtfläche 23 und des Hubanschlags 55 ist fertigungstechnisch einfach zu beherrschen, so dass die Streuung verschiedener Exemplare einer Serie sehr gering ist. Schon dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Magnetventile 5 einer Serie erfindungsgemäßer Pumpe-Düse-Einheiten 1 ein nahezu identisches Betriebsverhalten aufweisen.

Anhand der Figuren 4 bis 7 werden nachfolgend Montage und Kalibrierung eines Magnetventils 5 beschrieben. Anhand der Beschreibung der Figuren 4 bis 7 können auch die Vorteile

des erfindungsgemäß beanspruchten Verfahrens zur Montage eines Magnetventils verdeutlicht werden.

Montage und Kalibrierung des Magnetventils 5 erfolgen in
5 einer Montagevorrichtung 61. Diese Montagevorrichtung 61 umfasst eine zylindrische Aufnahme 63, in der das Ventilglied 21 aufgenommen wird. Das Ventilglied 21 liegt mit der Unterseite des Hubanschlags 55 an einem Ende der Aufnahme 63 auf. Anschließend werden die Abstandsplatte 57,
10 die aus einfachen Stahl bestehen kann, und die Magnetplatte 45 so auf das Ventilglied 21 aufgelegt, dass die Abstandsplatte 57 am Hubanschlag 55 aufliegt und mit Hilfe einer Anpresshülse 65 die Magnetplatte 45 und die Abstandsplatte 57 gegen den Hubanschlag 55 gedrückt.

15 In einem weiteren Schritt wird eine Montagehülse 67 von unten an die Abstandsplatte 57 gefahren. Wenn die Montagehülse 67 von unten an die Abstandsplatte 57 gefahren wurde, ohne dass dadurch die Abstandsplatte 57 vom
20 Hubanschlag 55 abhebt, wird die Position der Montagehülse 67 erfasst. Anschließend wird die Montagehülse 67 in Figur 4 gegen die Kraft der Anpresshülse 65 um einen Betrag A nach oben bewegt (siehe Figur 5). Wegen der Schwerkraft bleibt das Ventilglied 21 in der in Figur 4 dargestellten
25 Position auf der Aufnahme 63 liegen. In anderen Worten:

Abstandsplatte 57 und Magnetplatte 45 bewegen sich relativ zum Ventilglied 21 um einen Betrag A von Hubanschlag 55 weg. Diese Position der Abstandsplatte 57 und der
30 Magnetplatte 45 ist in Figur 5 dargestellt. Der Betrag A entspricht dem gewünschten maximalen Ventilhub h plus einem geforderten Restspalt zwischen dem Anker 41 und der Magnetplatte 45 in geschlossenem Zustand (nicht dargestellt).

Die Montagehülse 67 wird in der in Figur 5 dargestellten Position relativ zur Aufnahme 63 arretiert. Anschließend wird der Anker 41 von oben auf den Aufnahmedorn 43 des Ventilglieds 21 aufgepresst (siehe Figur 6). Dadurch ist
5 der Ventilhub des Magnetventils 5 eingestellt, wobei sich Fertigungsungenauigkeiten bei der Herstellung des Ventilglieds, der Abstandsplatte 57, der Magnetplatte 45 und des Ankers 41 den eingestellten Ventilhub h nicht beeinflussen.

10

In dem Anker 41 sind mehrere Längsbohrungen 42 vorgesehen, damit die Bewegung des Ankers 41 in der Kapsel 49 durch den in der Kapsel befindlichen Kraftstoff (nicht dargestellt) nicht behindert wird. Gleichzeitig wird die Gestaltung
15 dieser Längsbohrungen 42 benutzt, um die optimale Dämpfung der Bewegung von Anker 41 und Ventilglied 21 am Ende des Hubs zu erreichen. Die Längsbohrungen 41 können dazu eine oder mehrere nicht dargestellte Drosselstellen aufweisen.

20

In Figur 7 ist die gemäß den Figuren 4 bis 6 vormontierte Baugruppe, bestehend aus Ventilglied 21, Abstandsplatte 57, Magnetplatte 45 und Anker 41 dargestellt. Anschließend werden der Abstandsring 47 und die Kapsel 49 auf die Magnetplatte aufgeschweißt, wie in Figur 2 dargestellt.

25

Diese Baugruppe kann nun in das Gehäuse 17 eingesetzt werden.

Da die Druckfeder 54 eine gewisse Streuung hinsichtlich ihrer Abmessungen und Federrate aufweist, ist es

30

vorteilhaft, das Magnetventil zu kalibrieren, wenn das Ventilglied 21 und die Druckfeder 54 in das Gehäuse 17 eingebaut wurden. Dazu wird in einem ersten Schritt die Spule 37 mit einem vorgegebenen Strom bestromt. Dieser Strom ist so groß, dass die Spule 37 eine magnetische Kraft
35 auf den Anker 41 ausübt, die größer ist als die gewünschte

Vorspannkraft der Druckfeder 54. In einem zweiten Schritt wird die Baugruppe mitsamt der Druckfeder 54 in ihre Einbaustellung im Gehäuse 17 geschoben und die dabei von der Druckfeder 54 auf das Ventilglied 21 ausgeübte
5 Federkraft in Abhängigkeit der Position des Ventilglieds 21 im Gehäuse 17 gemessen und aufgezeichnet. Anschließend wird die Bestromung der Spule 37 unterbrochen. Durch eine Auswertung des zuvor ermittelten Federkraft-Weg-Diagramms kann festgestellt werden, ob in der gewünschten
10 Einbauposition die von der Druckfeder 54 ausgeübte Federkraft korrekt ist.

Wenn dies nicht der Fall sein sollte, kann durch Auswechseln der Einstellscheibe 26 gegen eine
15 Einstellscheibe 26 (siehe Figur 2) mit anderer Dicke die Federkraft der Druckfeder 35 eingestellt werden.

Anschließend wird geprüft, ob das Magnetventil 5 schließt, wenn die Spule 37 mit der gewünschten Stromstärke I_{sol1}
20 bestromt wird. Falls die Funktion des Magnetventils 5 nicht zufriedenstellend sein sollte, , kann durch einen weiteren Austausch der Einstellscheibe 26 das gewünschte Schließverhalten und Öffnungsverhalten des Magnetventils 5 eingestellt werden. Dieser Vorgang wird so lange
25 wiederholt, bis das Magnetventil 5 korrekt arbeitet.

Durch das erfindungsgemäße Magnetventil 5 ergeben sich im Wesentlichen folgende Vorteile:

30 Das Prellen zwischen Anker 41 und Ventilglied 21 wird vollständig vermieden.

Es ist nur noch eine Druckfeder 54 vorhanden, welche auf das Ventilglied 21 wirkt, was sich positiv auf die
35 Herstellungskosten und den Platzbedarf der Druckfeder 54

auswirkt. Im Stand der Technik sind zwei Druckfedern erforderlich, von denen eine auf den Anker 41 wirkt und diesen in Anlage an dem Ventilglied 21 hält.

- 5 Die Einstellscheibe 26 ist ein fertigungstechnisch relativ unproblematisches Bauteil und es muss nicht, wie im Stand der Technik, eine Paarung verschiedener Bauteile vorgenommen werden, um das Magnetventil 5 einzustellen. Lediglich durch Auswechseln der Einstellscheibe 26 kann das
10 gewünschte Öffnungs- und Schließverhalten des Magnetventils 5 eingestellt werden. Außerdem wird die Einstellung des Magnetventils 5 dadurch deutlich vereinfacht, dass der Anker 41 und das Ventilglied 21 ein miteinander fest verbundenes Bauteil bilden, dessen dynamisches Verhalten
15 vergleichsweise einfach zu beherrschen ist.

Der Anker 41 wird vom Ventilglied 21 geführt, so dass im Bereich des Ankers 41 und der Kapsel 49 keine gesonderte Führung des Ankers mehr notwendig ist, was die Kosten
20 reduziert und die Funktionssicherheit der erfindungsgemäßen Pumpe-Düse-Einheit erhöht.

Des Weiteren kann der aus dem Stand der Technik bekannte Vorteil einer trockenen Spule 37 auch bei dem
25 erfindungsgemäßen Magnetventil 5 beibehalten werden.

5

Ansprüche

1. Pumpe-Düse-Einheit für eine Brennkraftmaschine mit
10 einem Pumpenelement (2), wobei das Pumpenelement (2) einen
Pumpenraum (9) aufweist, und mit einem Magnetventil (5),
wobei das Magnetventil (5) ein Ventilglied (21) und einen
Anker (41) aufweist und wobei das Magnetventil (5) eine
15 hydraulische Verbindung (11) zwischen dem Pumpenraum (9)
und einem Niederdruckbereich (12) öffnet oder schließt,
dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (41) fest mit dem
Ventilglied (21) verbunden ist.
2. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass an dem Ventilglied (21) ein
20 Aufnahmedorn (43) ausgebildet ist, und dass der Anker (41)
fest mit dem Aufnahmedorn (43) verbunden ist.
3. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (41)
kraftschlüssig, insbesondere durch Verpressen, mit dem
25 Aufnahmedorn (43) verbunden ist.
4. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, dass an dem Ventilglied (21) eine
Dichtfläche (23) und ein Hubanschlag (55) ausgebildet sind,
und dass durch den Abstand in axialer Richtung zwischen
30 Dichtfläche (23) und Hubanschlag (55) der maximale Hub (h)
des Ventilglieds (21) festgelegt wird.

5. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (23) kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
6. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Anker (41) und dem Hubanschlag (55) eine mit einer Spule (37) des Magnetventils (5) zusammenwirkende Magnetplatte (45) vorgesehen ist, und dass der Aufnahmedorn (43) des Ventilglieds (21) durch eine Bohrung (53) in der Magnetplatte (45) hindurchragt.
7. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hubanschlag (55) und der Magnetplatte (45) eine Abstandsplatte (57) vorgesehen ist, und dass der Aufnahmedorn (43) des Ventilglieds (21) durch ein Loch (59) in der Abstandsplatte (57) hindurchragt.
8. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (41) gekapselt ausgeführt ist, so dass in dem Magnetventil (5) befindlicher Kraftstoff nicht an die den Anker (41) umgebende Spule (37) gelangen kann.
9. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine den Anker (41) umgebende Kapsel (49) vorgesehen ist, dass zwischen der Kapsel (49) und der Magnetplatte (45) ein Abstandsring (47) aus einem nicht magnetischen Material, insbesondere nichtrostendem Stahl, vorgesehen ist, und dass Kapsel (49), Abstandsring (47) und Magnetplatte (45) dichtend miteinander verbunden sind.
10. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Kapsel (49), Abstandsring (47) und Magnetplatte (45) miteinander verschweißt oder verlötet sind.

11. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (21) an mindestens einer Stelle (27, 29) in einem Gehäuse (17) geführt ist.
- 5 12. Pumpe-Düse-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckfeder (54) vorgesehen ist, und dass die Druckfeder das Ventilglied (21) bei stromlos geschalteter Spule (37) von einem Ventilsitz (33) abhebt.
- 10 13. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Druckfeder (54) einenends gegen das Ventilglied (21) und anderenends gegen eine Einstellscheibe (26) abstützt.
- 15 14. Pumpe-Düse-Einheit nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellscheibe (26) auswechselbar ist.
15. Verfahren zur Montage eines Magnetventils (5) mit einem Anker (41) und einem Ventilglied (21) gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- 20 - Arretieren des Ventilglieds (21) in einer Aufnahme (63) einer feststehenden Montagevorrichtung (61),
- Aufstecken der Magnetplatte (45) und der Abstandsplatte (57) auf den Aufnahmedorn (41) des Ventilglieds (21),
- 25 - Pressen von Magnetplatte (45), Abstandsplatte (57) und Ventilglied (21) gegen die Aufnahme (63),
- Verschieben von Magnetplatte (45) und der Abstandsplatte (57) relativ zum Ventilglied (21) um einen Betrag A,
- Verbinden von Anker (41) und Aufnahmedorn (43), so dass der Anker (41) auf der Magnetplatte (45) aufliegt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag A der Summe aus Ventilhub (h) und einem Restluftspalt zwischen Anker (41) und Magnetplatte (45) entspricht.

5 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Magnetplatte (45) ein Abstandsring (47) und eine Kapsel (49) aufgesetzt und miteinander dicht verschweißt werden.

10 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckfeder (54) und das Ventilglied (21) in das Gehäuse (17) eingesetzt werden, eine Spule (37) des Magnetventils (5) mit einem Strom (I_{soll}) angesteuert wird, der so gewählt ist, dass die auf den Anker (41) ausgeübte Magnetkraft größer ist als die
15 Federkraft, die von der Druckfeder (54) auf das Ventilglied (21) ausgeübt werden soll, Aufzeichnen der auf das Ventilglied (21) von der Druckfeder (54) ausgeübten Federkraft in Abhängigkeit der Position des Ventilglieds (21) im Gehäuse (17), Auswerten des aufgezeichneten
20 Federkraft-Weg-Diagramms und bei Bedarf Korrektur der Dicke (D) der Einstellplatte (26).

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass nach erfolgter Einstellung der Vorspannung der Druckfeder (54) eine Funktionskontrolle durchgeführt und
25 bei Bedarf eine erneute Korrektur der Dicke (D) der Einstellplatte (26) vorgenommen wird.

5

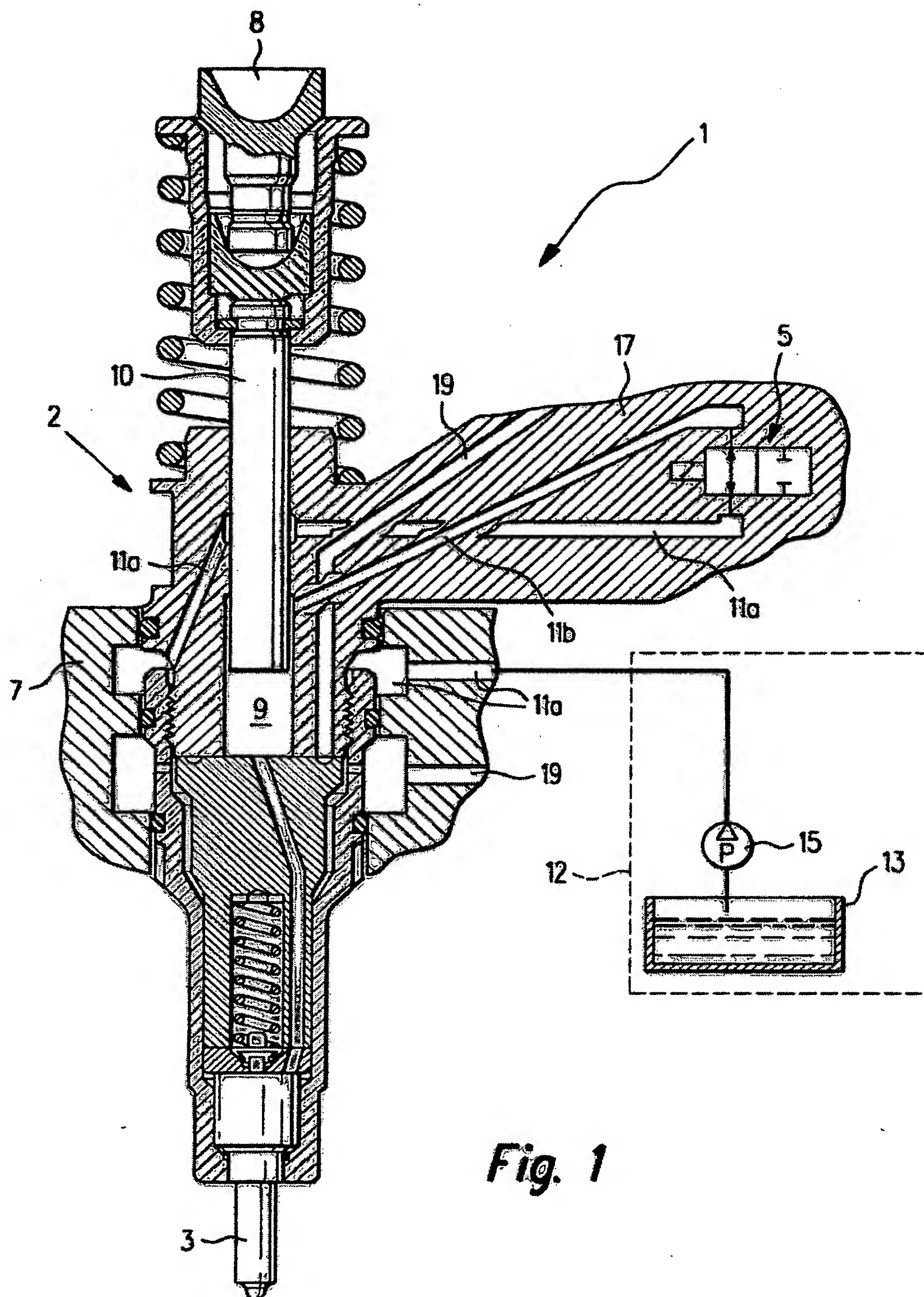
Zusammenfassung

Es wird eine Pumpe-Düse-Einheit vorgestellt, bei der ein
10 Ventilglied (21) und ein Anker (41) eines Magnetventils (5)
fest miteinander verbunden sind, so dass sich das
dynamische Verhalten des Magnetventils (5) verbessert und
außerdem Einstellung und Kalibrierung des Magnetventils (5)
vereinfacht werden.

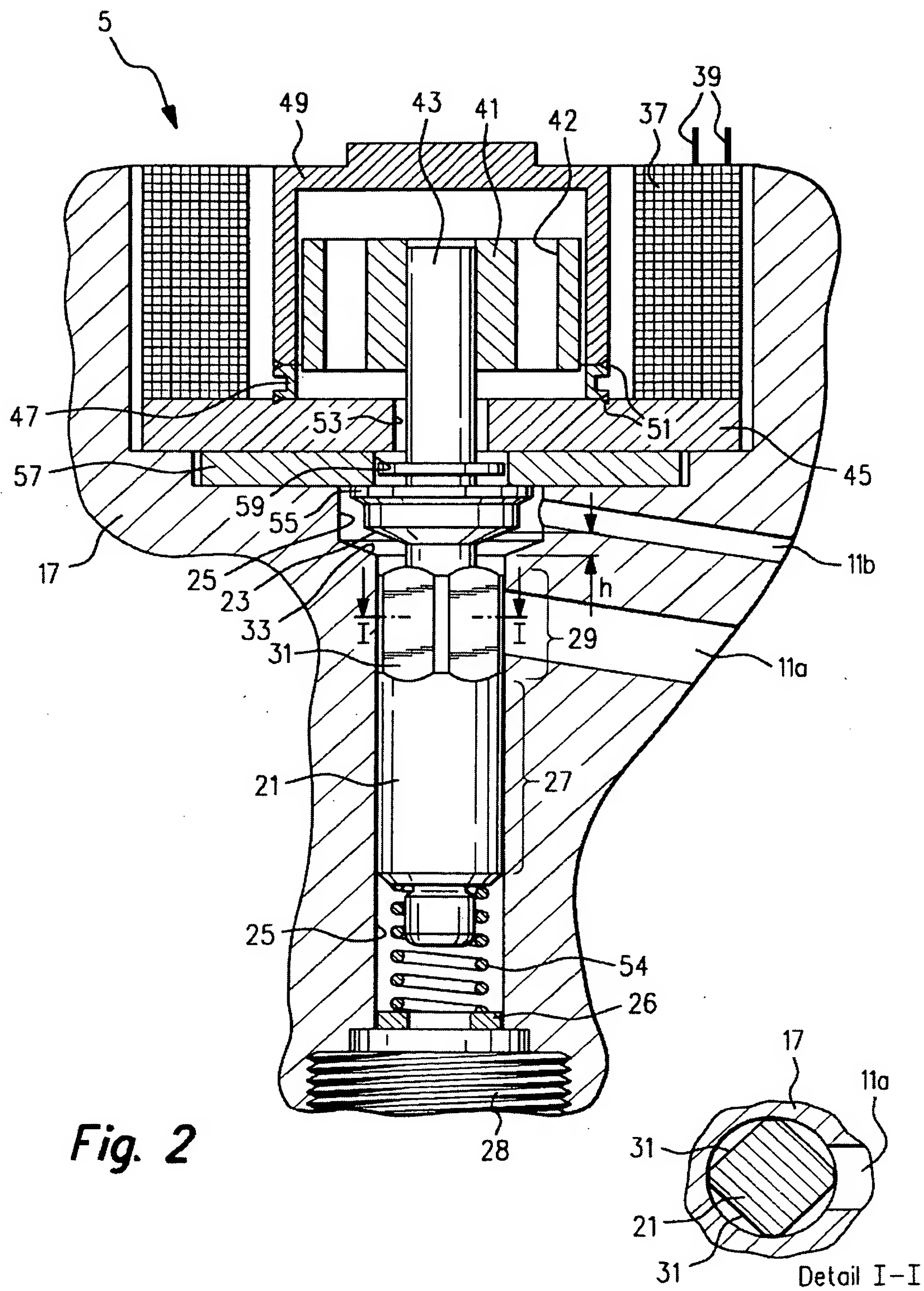
15

Figur 2

1 / 5

**Fig. 1**

2 / 5



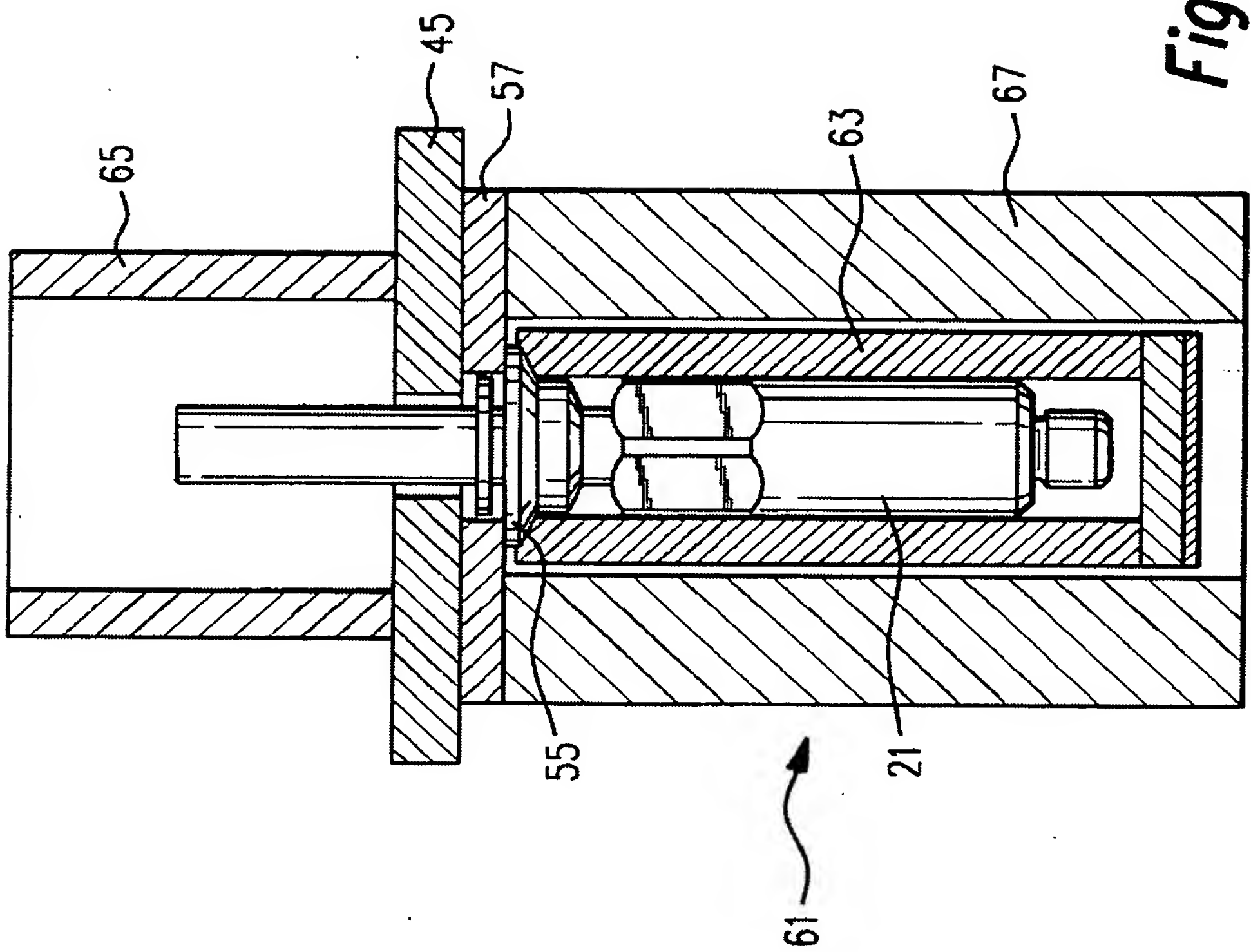


Fig. 4

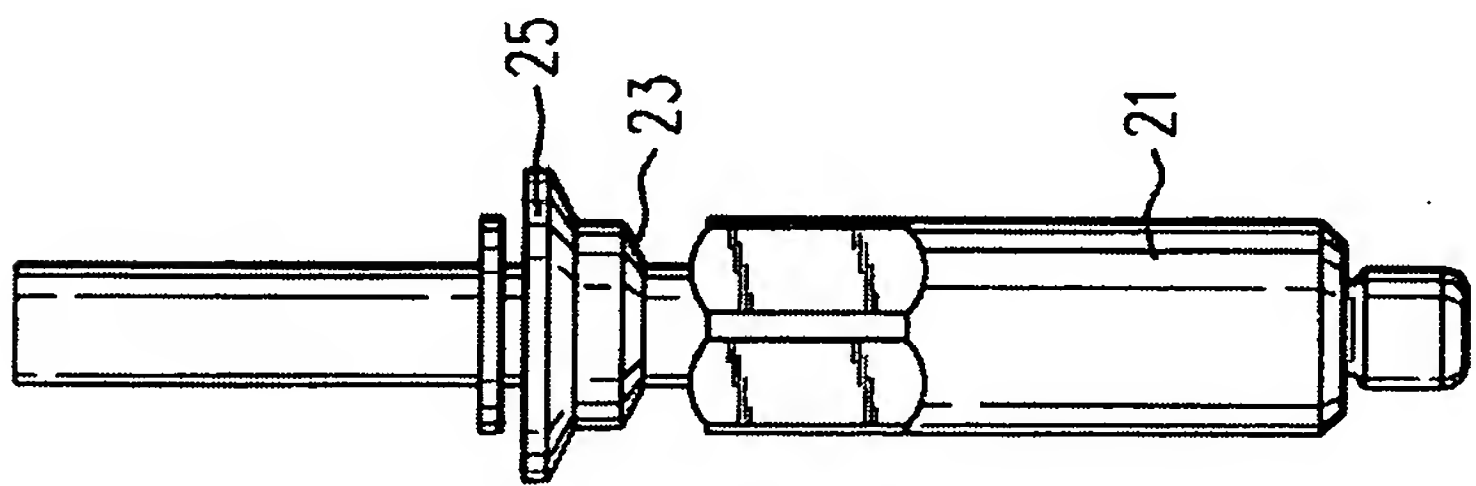


Fig. 3

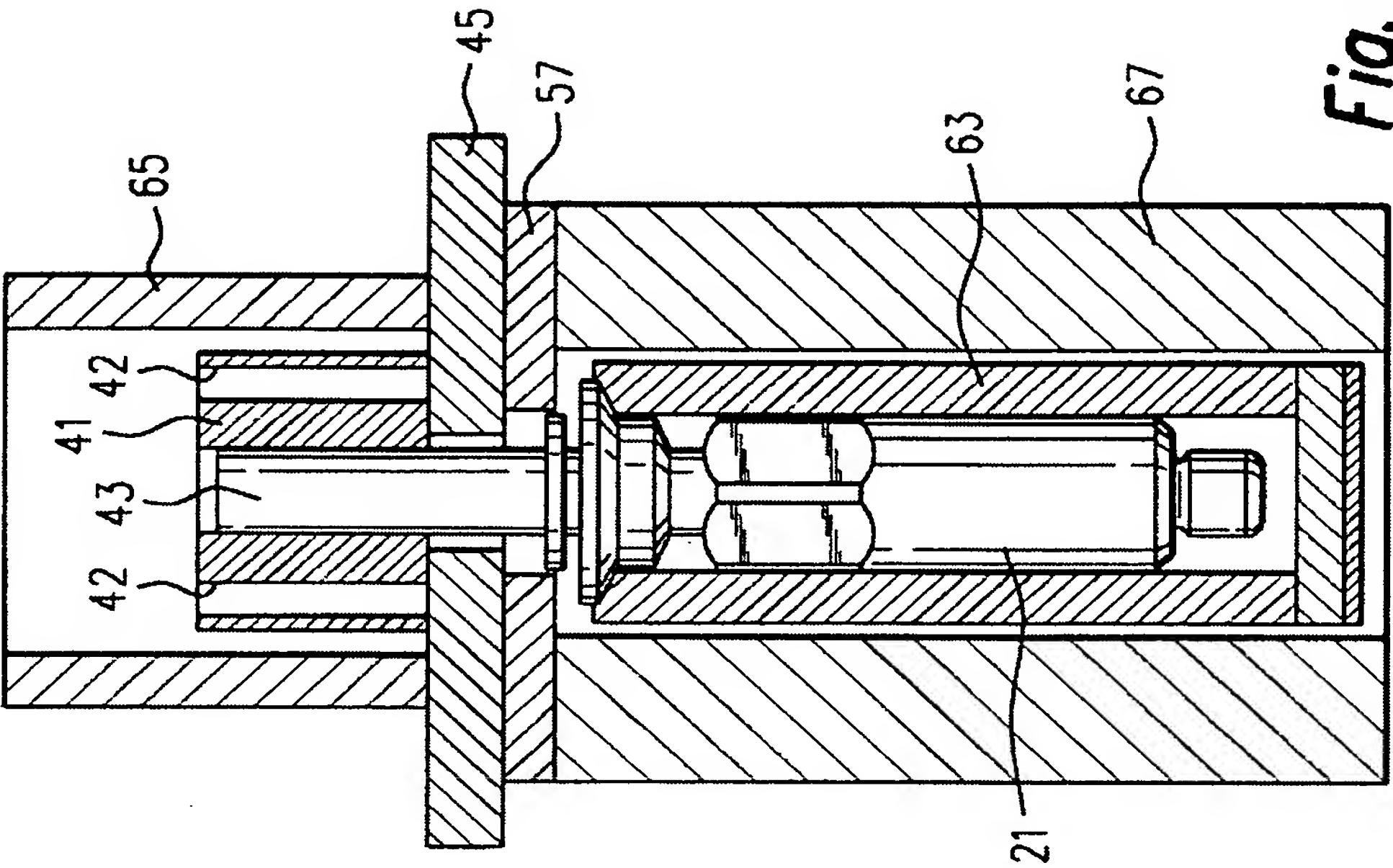


Fig. 6

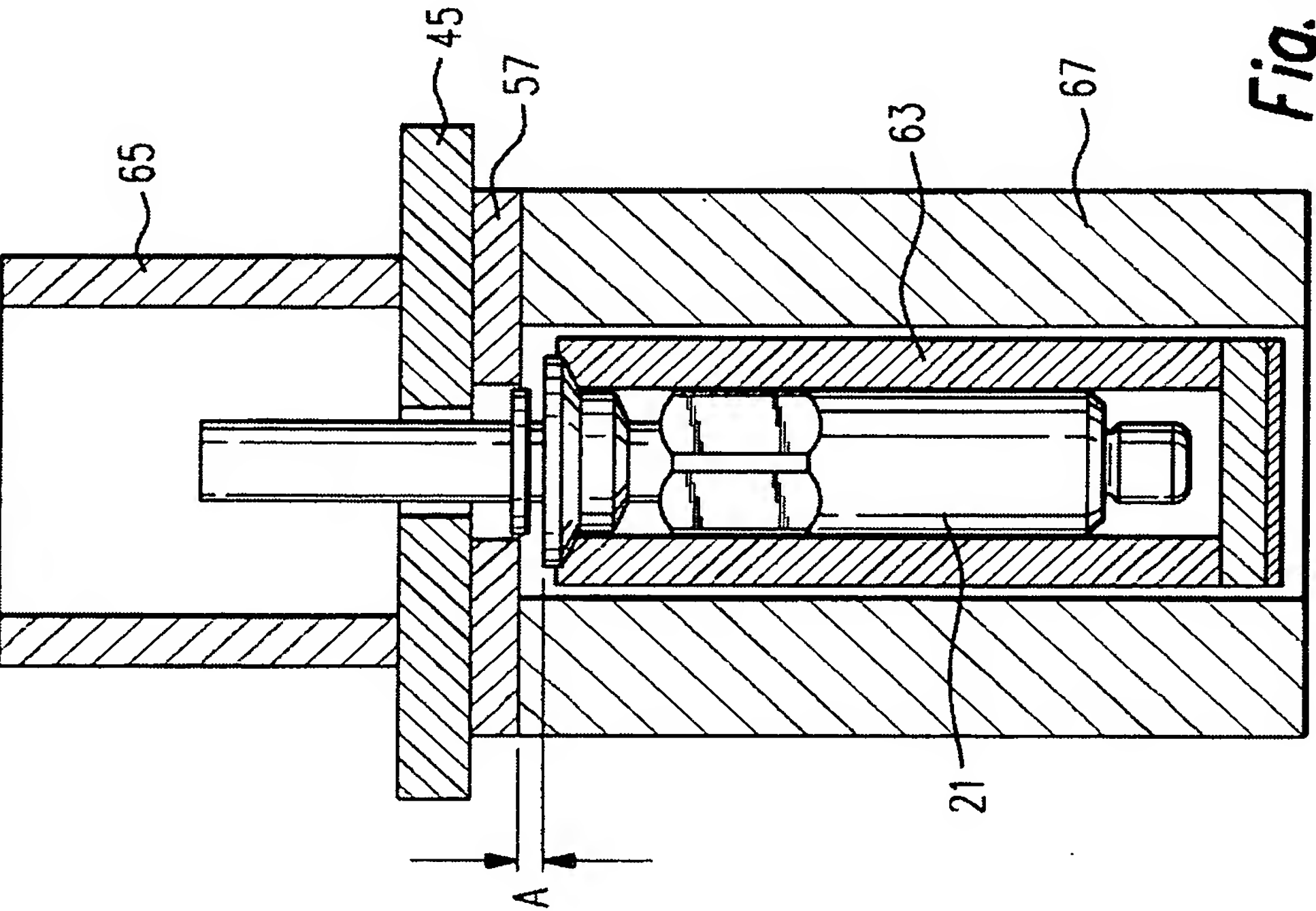


Fig. 5

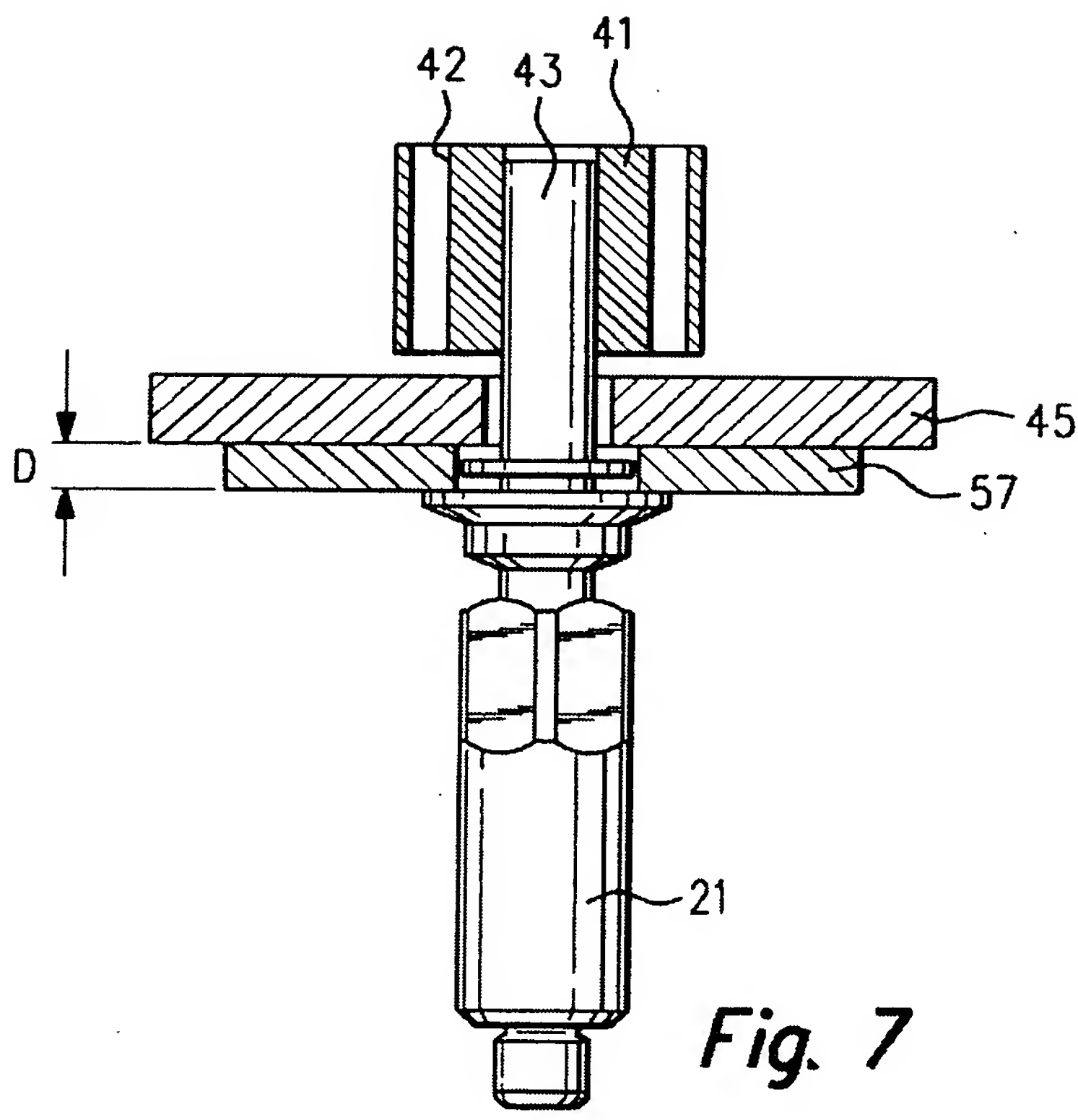


Fig. 7